

# „Háhitasvæði“ og krabbamein



**Helgi Sigurðsson**  
Prófessor/yfirlæknir í krabbameinslækningum, læknaeild HÍ/Landspítali

[helgisi@landspitali.is](mailto:helgisi@landspitali.is)



**Ólafur G. Flóvenz**  
dr. scient.  
Forstjóri ÍSOR og jarðeðlisfræðingur

samkvæmt upplýsingum frá IARC, sem er alþjóðastofnun sem hefur eftirlit með slíku.<sup>8</sup>

Rannsóknir Geislavarna ríkisins og Íslenskra orkurannsókna sýna að geislaálag er óverulegt vegna radons hérlandis,<sup>9</sup> einnig í jarðhitaholum samkvæmt rannsóknum Páls Einarssonar og samstarfsmanna hans, sem mældu styrk radons í jarðhitavatni úr sjö borholum á Suðurlandi samfelld í heilt ár.<sup>10</sup> Með öðrum orðum: radon í íslensku jarðhitavatni er hverfandi lítið, þótt annað sé gefið í skyn í greinunum.<sup>1-3</sup> Ekki reyndist vera aukin áhætta á lungnakrabbameini á rannsóknarsvæðinu, jafnvel var hún minni en á viðmiðunarsvæðunum (HR=0,8),<sup>2</sup> en það er eina krabbameinið sem hefur verið tengt við radongeislun.<sup>8</sup> Ekki varð heldur aukning á bráðamergfrumuhvítblæði og skjaldkirtilskrabbameini,<sup>2</sup> sem eru öðrum æxlum fremur tengd auknu geislaálagi.<sup>8</sup>

## Íbúasvæði eftir jarðvarmastöðu

Tenging rannsóknanna við búsetu er villandi. Sem dæmi má nefna er skilgreining höfundar á háhitasvæðum ekki rétt,<sup>11</sup> en háhitasvæði eru skilgreind svo bæði hérlandis og erlendis að þar sé hiti á 1000 m dýpi 200°C eða hærri, en ekki 150°C eins og höfundar setja fram.<sup>1</sup>

Í fyrstu greininni<sup>1</sup> bera höfundar saman áhættuna hjá íbúum á „háhitasvæðum“ og annars staðar á landinu, að höfuðborgarsvæðinu og Reykjanesi undanskildu því krabbameinstíðnin þar sé of há, en hún er hærri þar en á „háhitasvæðum“ rannsóknarinnar. Höfundar skilgreina Hveragerði og Skútustaðahrepp sem „háhitasvæði“. Hveragerði er vissulega í jaðri háhitasvæðis, en einungis hluti Skútustaðahrepps er það. Marktæk aukning var hjá íbúum á „háhitasvæðum“ að fá krabbamein og líkur taldar

benda til aukinnar áhættu á „geislunartengdum krabbameinum.“

Í annarri greininni<sup>2</sup> er tilgátan útvíkkuð. Til rannsóknar eru íbúar með búsetu árið 1981 í sveitarfélögum sem höfðu fengið hitaveitu árið 1972 eða fyrr. Jafnframt er tekið fram að þau séu öll um miðbik landsins og innan gosbeltisins. Bætt er við tveimur byggðakjörnum, Húsavík og Selfossi ásamt nokkrum fámennum sveitarfélögum. Einnig er landinu skipt í svæði eftir aldri berggrunnins. Yngsti berggrunnurinn, þar sem berg er yngra en 0,8 milljón ára, er skilgreint sem „háhitasvæði“. Tvö viðmiðunarsvæði eru valin, annars vegar „volgt“ svæði þar sem undirliggjandi berggrunnur er sagður vera 0,8-3,3 milljón ára og hins vegar „kalt“ svæði þar sem hann er sagður vera eldri en 3,3 milljón ára. Hér kemur fram enn einn galli, það er að blandað er saman tveimur breytum, annars vegar hve lengi íbúarnir höfðu búið við hitaveitu og hins vegar hversu gömlum berggrunni íbúasvæðið liggur á.

Þegar jarðfræðikort af Íslandi eru skoðuð<sup>11</sup> er ljóst að hluti „háhitasvæðisins“ hvílir ekki á yngsta berggrunninum, þar með taldir stóru byggðakjarnarnir. „Volga“ viðmiðunarsvæðið nær í raun líka yfir allt annað en sagt er í texta, bæði á Norður- og Suðurlandi þar sem það teygir sig meðal annars yfir jaðarsvæði gosbeltanna með mjög ungu bergi og þaðan yfir í meira en 11 milljón ára gamalt berg. Innan þess er að finna svæði með verulegum jarðvarma og annars staðar köld jarðlög. „Volga“ viðmiðunarsvæðið er sem sagt „hrærigrautur“ af ungu og gömlu bergi.

Umfjöllun um jarðvarmatengda hitaveitu er gölluð. Valið á ártalinu 1972 er sérstakt, en Húsavík fékk hitaveitu það ár. Á næstu 5-6 árum fékk fjöldi annarra þéttbýlisstaða hitaveitu, til dæmis Akureyri,

Þrjár vísindagreinar hafa birst eftir Aðalbjörgu Kristbjörnsdóttur doktorsnema í lýðheilsufræðum og Vilhjálmi Rafnsson lækni og prófessor, sem er leiðbeinandi hennar, um að tengsl séu á milli búsetu á „háhitasvæðum“ og aukinnar áhættu að fá krabbamein.<sup>1-3</sup>

Það er skylda vísindamanna á sviði faraldsfræði að leggja hlutlægt mat á það hvort rannsóknartilgáta uppfylli skilmerki um orsakasamhengi,<sup>4,5</sup> einnig hvort tölfræðileg fylgni geti verið tilviljanakennd (*spurious correlation*),<sup>5-7</sup> eða hvort truflandi þættir (*confounding factors*),<sup>5-7</sup> valvillur (*selection biases*)<sup>5-7</sup> og tölfræðilegir veikleikar séu fyrir hendi eins og þegar leitað er að marktækum mun í undirhópum.<sup>5-7</sup> Nokkuð skortir á að þetta sé gert í ofangreindum greinum sem er tilefni þessa bréfs.

Rannsóknartilgátan er ekki sannfærandi, en greinarhöfundar telja einna helst að áhættan sé „geislunartengd“. Að radoni undanskildu eru engir þekktir krabbameinsvaldar í þeim fjölmörgu efnunum, sem greinarhöfundar tilgreina að séu til staðar,

Siglufjörður, Egilsstaðir, Hvammstangi og Blönduós en þeir eru í viðmiðunarhópnum þar sem ekki eru hitaveitur, en hafa engu að síður notað jarðhitavatn aðeins fáeinum árum skemur en áhættuhópurinn. Annað dæmi um gallaða umfjöllun er hitaveitan í Skútustaðahreppi sem tók til starfa árið 1971 en notaði einungis jarðhitavatn fyrstu árin, en frá árinu 1984 hefur verið notað hitað grunnvatn með varmaskiptum. Íbúarnir þar hafa því búið við hitaveitu með jarðhitavatni mun skemur en stór hluti íbúa á viðmiðunarsvæðunum.

Þrátt fyrir þessa ágalla í fyrstu greinunum<sup>1,2</sup> er fullyrt án nokkurs fyrirvara í þeirri þriðju<sup>3</sup> að íbúar á „háhitavæðum“ hafi aukna tíðni á ýmiss konar krabbameinum. Því sé tilgangur hennar að kanna hvort þetta endurspeglar aukinni dánartíðni. Svæðisskiptingin er hin sama og í annarri greininni. Höfundar finna út að dánarlíkur almennt og líkur á að látast af völdum krabbameina séu nánast hinar sömu í þýðunum.<sup>3</sup> Hins vegar að í tilteknum undirhópum væru auknar líkur til staðar á „háhitavæðum“ að látast af ýmsum gerðum krabbameina en einnig af öðrum ástæðum. Þessar niðurstöður standast vart heldur vegna ágalla sem þegar hefur verið bent á. Auk þess er varað við að rannsaka lífun í undirhópum, jafnvel í slembirannsóknunum, hvað þá faraldsrannsóknunum,<sup>5-7</sup> ekki síst þegar enginn munur er til staðar í heildarlifun.

### Truflandi þættir

Augljós valvilla er til staðar þar sem rannsóknarþýðið og viðmiðunarþýðin eru fyrirfram ólík með lykilbreytuna í huga, sem er nýgengi krabbameina, en það kemur fram í umfjöllun að greinarhöfundum var kunnugt um að nýgengi krabbameina væri breytilegt eftir landshlutum. Það er fyrirfram lægst á Austfjörðum og Vestfjörðum,

en hæst í Reykjavík og á Reykjanesi, og því næst á Suðurlandi.<sup>12</sup> Í sömu heimild frá Krabbameinsskránni<sup>12</sup> er varað við því með dæmum að oftúlka niðurstöður um nýgengi krabbameina eftir búsetu.

Ef nýgengi krabbameina væri í raun hærra en ella vegna mengunar frá „háhitavæðum“ mætti ætla að það væri hærra hér en á hinum Norðurlöndunum. Óverulegur munur er hins vegar á nýgengi og dánartíðni hér á landi og á hinum Norðurlöndunum, líka fyrir þau krabbamein sem greinarhöfundar tiltaka sérstaklega,<sup>13</sup> sem hlýtur að veikja rannsóknartilgátuna.

Annar augljós truflandi þáttur er til staðar, sem greinarhöfundum hefur verið bent á. Um 0,5% þjóðarinnar eru arfberar fyrir krabbameinsáhættugeninu BRCA2, sem eykur margfalt áhættuna að fá ýmiss konar krabbamein. Valgarður Egilsson lækni og prófessor, sem lagði grunninn að rannsóknum á BRCA2 arfberum hérlendis, hefur bent á að óvenju mikið væri af þeim í Árnassýslu. Samkvæmt óbirtum rannsóknum Agnars Helgasonar, mannfræðings hjá deCODE, staðfestir hann þetta og ennfremur býr hann yfir gögnum sem sýna að útskýra megi aukna áhættu á brjóstakrabbameini í Árnassýslu og Suður-Þingeyjarsýslu með hliðsjón af auknum fjölda BRCA2-arfbera á þeim svæðum.

### Lokaorð

Títnefndar greinar hafa marga annmarka eins og hér hefur verið rakið. Rannsóknartilgátan sjálf er ekki vel undirbyggð, ekki síst þegar haft er í huga að skilgreining greinarhöfunda á því að vera íbúi á „háhitavæði“ og notandi jarðvarmavatns er þeirra hugarsmíð, sem ekki á sér stöð í raunveruleikanum. Umfjöllun um radon og geislavirkni sem mögulega áhættuþætti er langsótt. Einnig eru annmarkar á aðferðafræði, bæði eru augljósir truflandi

þættir og valvillur til staðar, ennfremur tölfræðilegir annmarkar. Að gefa síðan í skyn að um orsakasamband sé að ræða er að okkar mati dæmi um það þegar rannsakendur fara fram úr sér og þeim gögnum sem þeir eiga að byggja ályktanir sínar á. Fregnum af rannsóknunum og viðtöl við rannsakendur hefur ítrekað verið slegið fram í æsifréttastíl, meðal annars „*Rannsaka stórauðnar líkur á banvænu krabbameini á jarðhitavæðum*“. Klárlega veldur slík umfjöllun ugg á meðal íbúa. Vísindamönnum ber að sýna sérstaka varfærni í ályktunum og viðtölum sem þessum, ekki síst þegar um faraldsrannsóknir er að ræða, sem í eðli sínu eru þreifirannsóknir.<sup>7</sup>

### Heimildir

1. Kristbjörnsdóttir A, Rafnsson V. Incidence of cancer among residents of high temperature geothermal areas in Iceland: A census based study 1981 to 2010. *Environ Health* 2012;11:73-85.
2. Kristbjörnsdóttir A, Rafnsson V. Cancer incidence among population utilizing geothermal hot water: A census-based cohort study. *Int J Can* 2013;133: 2944-52.
3. Kristbjörnsdóttir A, Rafnsson V. Cancer mortality and other causes of death in users of geothermal hot water. *Acta Oncol* 2015;54: 115-23.
4. Hill AB. The environment and disease: Association or causation? *Proc R Soc Med* 1965; 58: 295-300.
5. Vandenbroucke JP, Elm E, Altman DG, Gøtzsche PC, Mulrow CD, Pocock SJ, et al. Strengthening the reporting of observational studies in epidemiology (STROBE): explanation and elaboration. *PLoS Medicine* 2007; 4: e297.
6. Hernán MA, Hernández-Díaz S, Robins JM. A structural approach to selection bias. *Epidemiology* 2004; 15: 615-25.
7. Elm E, Egger M. The scandal of poor epidemiological research. *BMJ* 2004; 329: 868-9.
8. International Agency for Research on Cancer (IARC). [www.iarc.fr](http://www.iarc.fr) - apríl 2015.
9. Geislavarnir Ríkisins. Styrkur radons í húsum á Íslandi (2014). [www.gr.is/?s=Radon&lang=is](http://www.gr.is/?s=Radon&lang=is) - apríl 2015.
10. Einarsson P, Theodorsson P, Hjartardóttir AR, Gudjonsson GI. Radon changes associated with the earthquake sequence in June 2000 in the South Iceland seismic zone. *Pure Appl Geophys* 2008; 165: 63-74.
11. Fridleifsson IB. Geothermal activity in Iceland. *Jökull* 1979, 29: 47-56.
12. Jónason JG, Tryggvadóttir L. Krabbamein á Íslandi. Krabbameinsfélag Íslands. Reykjavík 2012.
13. Nordcan. [www.dep.iarc.fr/nordcan.htm](http://www.dep.iarc.fr/nordcan.htm) - apríl 2015.

Sérstakar þakkir til Agnars Helgasonar mannfræðings hjá deCODE fyrir mat á vægi BRCA2-arfbera á tíðni brjóstkrabbameins eftir sýslum á Íslandi.